

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE
PREVENCIÓN DE RIESGOS

“CLORO RESIDUAL EN EL AGUA RESIDUAL TRATADA DE LA
INDUSTRIA LÁCTEA EN BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA,
2021”

Bachilleres:

Correa Sánchez Anthony jemy

Cantera Díaz Mauricio Iván

Asesor: Dr. Persi Vera Zelada

Cajamarca – Perú

Julio - 2021

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniero Ambiental y Prevención Riesgos

**COLORO RESIDUAL EN EL AGUA RESIDUAL TRATADA DE LA
INDUSTRIA LÁCTEA EN BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA,
2021”**

Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el Título

Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

Bachilleres:

Asesor: Dr. Vera Zelada Persi

Cajamarca – Perú

Julio – 2021

COPYRIGHT © 2021 by
Correa Sánchez Anthony jemy
Cantera días Mauricio Iván
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y

PREVENCIÓN DE RIESGOS

**APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO
PROFESIONAL**

**COLORO RESIDUAL EN EL AGUA RESIDUAL TRATADA DE LA
INDUSTRIA LÁCTEA EN BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA,**

Presidente: _____

Secretario: _____

Vocal: _____

Asesor: _____

Dedicatoria

A:

A nuestros padres, que nunca bajaron los brazos para nosotros, aun, cuando en ciertos casos se complicaba y de quienes hemos aprendido la importancia de la familia, que los anhelos proyectos más preciados siempre se pueden conseguir si todos los días se persiste en alcanzarlos.

Agradecimientos

- Nuestro agradecimiento por la vida salud, por cuidar nuestra existencia, por ser el protector y guía, por fortalecernos en los momentos de dificultad y debilidad.
GRACIAS DIOS
- Agradecer a mis padres, Jesús Correa y Julia Sánchez; a mi esposa Julissa Idrogo por motivarme a cumplir mis sueños, gracias a ellos porque cada día confiaron y creyeron en mí y en mis expectativas.

Anthony jeme correa Sánchez

- Agradecer a mis padres, Víctor Hugo Cantera Izquierdo y Ruth Esther Diaz Minchan ,por ser mis formadores de mi vida , por sus valores y consejos brindados , estoy profundamente agradecido por guiarme y hacer de mí una persona de bien .

Mauricio Iván Cantera Díaz

- Agradecer a nuestro asesor Dr. Ing. Persi vera Zelada, por guiar y aportar con sus conocimientos en este proyecto en base a su experiencia y sabiduría ha sabido direccionar mis conocimientos.

RESUMEN

El presente estudio de investigación evaluó, el cloro residual en el agua residual tratada de la industria láctea en Baños del Inca, Cajamarca - 2021. Con el objetivo de determinar la concentración final o residual del parámetro Cloro. El problema medioambiental más importante de la industria láctea es la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada (fundamentalmente orgánica). En cuanto al volumen de aguas residuales generado por una empresa láctea se pueden encontrar valores que oscilan entre 2 y 6 L/L leche procesada. Es por ello, que se aplicó procesos de desinfección. El tipo de estudio es: Longitudinal. Dado que, se realizó más de dos mediciones a lo largo del seguimiento para la toma de muestras de dichos parámetros. Los muestreos se realizaron durante los meses febrero, marzo, abril y mayo de 2021. De tal manera que se logró disminuir en concentraciones el parámetro Cloro residual. Arrojando las siguientes concentraciones promedio: 0.74, 0.76, 0.79 y 0.75 ppm; lo que indica que hay concentraciones mínimas de cloro por lo tanto no hay presencia de coliformes termotolerantes y totales.

Palabras clave: Agua residual, cloro, industria láctea.

ABSTRACT

This research study evaluated the residual chlorine in the treated wastewater of the dairy industry in Baños del Inca, Cajamarca - 2021. With the aim of determining the final or residual concentration of the chlorine parameter. The most important environmental problem in the dairy industry is the generation of wastewater, both due to its volume and the associated pollutant load (mainly organic). Regarding the volume of wastewater generated by a dairy company, values ranging between 2 and 6 L / L processed milk can be found. That is why disinfection processes were applied. The type of study is: Longitudinal. Since, more than two measurements were made throughout the follow-up to take samples of these parameters. The samplings were carried out during the months of February, March, April and May 2021. In such a way that the residual chlorine parameter was reduced in concentrations. Yielding the following average concentrations: 0.74, 0.76, 0.79 and 0.75 ppm; which indicates that there are minimal concentrations of chlorine, therefore there is no presence of total and thermotolerant coliforms.

Keywords: Waste water, chlorine, dairy industry.

ÍNDICE

Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE.....	ix
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1. Planteamiento del problema	13
1.2. Formulación del problema	14
1.3. Objetivos	14
1.4. Justificación e Importancia.....	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	16
2. Fundamentos Teóricos de la investigación	16
2.1. Antecedentes Teóricos	16
2.2. Bases teóricas.....	24
2.3. Discusión teórica.....	33
2.4. Definición de términos básicos	34
2.5. Hipótesis.....	36
CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	37
3. Metodología.....	37
3.1. Tipo de investigación	37
3.2. Diseño de investigación	37
3.3. Área de estudio.....	38

3.4.	Unidad de Análisis, universo y muestra	38
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.5.1.	Técnicas de observación y registro de datos.....	39
3.5.2.	Instrumentos	39
3.6.	Técnicas para el procesamiento y análisis de datos	41
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		42
4.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	42
4.1.	Discusión	49
4.2.	Proceso de prueba de hipótesis	52
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		55
5.	Conclusiones y Recomendaciones.....	55
5.1.	Conclusiones	55
5.2.	Recomendaciones	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Concentración de cloro en el agua residual durante el mes de febrero en la industria láctea- Baños del Inca, Cajamarca, 2021.....	42
Tabla 2. Concentración de cloro en el agua residual durante el mes de marzo en la industria láctea- Baños del Inca, Cajamarca, 2021.....	44
Tabla 3. Concentración de cloro en el agua residual durante el mes de abril en la industria láctea- Baños del Inca, Cajamarca, 2021.....	46
Tabla 4. Concentración de cloro en el agua residual durante el mes de mayo en la industria láctea- Baños del Inca, Cajamarca, 2021.....	48
Tabla 5. Estadísticas de la muestra emparejada del cloro residual en la industria láctea de Baños del Inca, Cajamarca, 2021.....	52
Tabla 6. Prueba T para el grado de significancia del parámetro de cloro residual en la industria láctea de Baños del Inca, Cajamarca, 2021.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Resultados de cloro en el agua residual durante el mes de febrero en la industria láctea- Baños del Inca, Cajamarca, 2021.....	43
Figura 2. Resultados de cloro en el agua residual durante el mes de marzo en la industria láctea- Baños del Inca, Cajamarca, 2021.	45
Figura 3. Resultados de cloro en el agua residual durante el mes de abril en la industria láctea- Baños del Inca, Cajamarca, 2021.	47
Figura 4. Resultados de cloro en el agua residual durante el mes de mayo en la industria láctea- Baños del Inca, Cajamarca, 2021.	49

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. Planteamiento del problema

El tratamiento de aguas residuales es una actividad fundamental que garantiza al cuidado de la salud humana y medio ambiente. En particular, hoy en día, el tema del reúso cobra vigencia por la posibilidad de usar agua en sistemas de riego para zonas áridas y áreas afectadas por el fenómeno del cambio climático, por lo que se requiere contar con tecnologías de depuración eficientes y de bajo costo para cumplir con los estándares requeridos para remoción de materia orgánica, nutrientes y microorganismos para reúso en agricultura (Martínez, 2016).

La industria alimentaria en sus procesos debe utilizar grandes cantidades de agua de buena calidad que se requiere en los procesos de lavado, limpieza y desinfección; actividades que hacen de esta industria una de las de mayor generación de aguas residuales con altas cargas de contaminantes orgánicos. Factores económicos, legislativos y ambientales, obligan a la industria de los alimentos a recurrir a estrategias conducentes a reducir tanto la cantidad como la carga de las aguas residuales. Dentro de estas estrategias cabe considerar desde dimensiones y secciones de los establecimientos, grado de tecnificación y variedad de productos hasta precauciones adicionales en las zonas de

producción tales como pérdidas de producto por derrames, goteo o formación de espumas (Ruiz & Giraldo, 2007).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la concentración del cloro residual en el agua residual tratada de la industria láctea en Baños del Inca, Cajamarca, 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la concentración de cloro residual en el agua residual tratada de la industria láctea en Baños del Inca, Cajamarca, 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

Realizar la medición de la concentración de cloro, antes del proceso de desinfección del agua residual de la industria láctea en Baños del Inca, Cajamarca, 2021.

Realizar la medición de la concentración de cloro, después del proceso de desinfección del agua residual de la industria láctea en Baños del Inca, Cajamarca, 2021.

1.4. Justificación e Importancia

El presente trabajo de investigación surge a partir de la problemática actual que presentan las industrias lácteas en la región Cajamarca, en generar efluentes industriales de procesos lácteos que son vertidos directamente a los cuerpos de agua natural, causando el deterioro de estos recursos. El problema ambiental más importante de la industria láctea es la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada, fundamentalmente de carácter orgánico. La mayor parte del agua consumida en el proceso productivo se convierte finalmente en agua residual. Por lo que se evaluará la concentración del cloro residual en el agua residual de la industria láctea en Baños del Inca Cajamarca, 2021.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. Fundamentos Teóricos de la investigación

2.1. Antecedentes Teóricos

Flores, R. (2018) Señala que el agua del efluente secundario de la planta de tratamiento de agua residual Totora de Ayacucho desinfectada con cloro, vertida al río Alameda. Se realizaron dos tipos de pruebas experimentales a nivel de laboratorio para la desinfección ultravioleta, primero con agua del efluente secundario de la planta, tal como ingresa a la laguna de cloración y segundo realizando dos operaciones de tratamiento antes de la desinfección ultravioleta, una de filtración y otra de adsorción. Los ensayos con la primera prueba experimental de desinfección ultravioleta, presentaron poca eficiencia en cuanto a la remoción de microorganismos (20 323 NMP/100 mL), no alcanzando la calidad sanitaria para riego de vegetales no restringidos y restringidos, según los límites máximos permisibles de la norma peruana (DS-004-2017-MINAM), en cambio, con la segunda prueba, se mejoró notablemente la eficiencia de la desinfección y reducción de microorganismos patógenos (949 NMP/100 mL), concluyendo que con este método se obtuvo agua de buena calidad sanitaria y que puede ser reutilizada en riego de vegetales.

Pazmiño, G. (2017) Realizó su investigación en la industria láctea “MONTEVERDE” con el propósito de analizar el carbón activado como filtro en el tratamiento de aguas residuales para la disminución de los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Aceites y Grasas. El estudio tuvo una duración de 90 días con un volumen de 3600 galones de agua residual que fue sometido al proceso de filtración a través del filtro conteniendo carbón activado. Para este estudio se tomaron muestras para el respectivo análisis mediante la normativa INEN 2169 y 2176, la Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes. Los resultados obtenidos evidencian la eficiencia del carbón activado con relación a la DQO que tuvo una eficiencia del 94,55% es decir el filtro tiene una gran capacidad de remoción de materia orgánica respecto con aceites y grasas también hubo una alta eficiencia del 72,02% lo que quiere decir que éste filtro tiene una gran capacidad para remoción de las mismas.

López, M. (2016) Evaluó la formación de cloraminas y trihalometanos (THM), sustancias consideradas cancerígenas generadas en los procesos de desinfección de agua residual, para tal efecto se revisó su generación en las diferentes estaciones del año en las Plantas de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) sur y oriente de la ciudad de Durango, tomando cuatro muestras por temporada, así como la eficiencia de remoción en amonio, coliformes fecales, sólidos totales y volátiles, cambios en pH, temperatura del agua, conductividad eléctrica y

oxígeno disuelto. Aparte se revisaron el comportamiento de los factores (flujo de agua, cloro aplicado, pH, temperatura, DBO₅) que influyeron en la formación de dichos compuestos con información de tres años de la PTAR.

Para validar las diferencias se usaron ANOVAS con arreglo factorial y la prueba de medias Student-Newman-Keuls ($\alpha=0.05$). Se encontró que las eficiencias de remoción de la PTAR-ote fueron menores que en la PTAR-sur, además de una cloración deficiente. En ambas plantas se formaron cloraminas de 439 a 470 $\mu\text{g/L}$ y trihalometanos de 96 a 122 $\mu\text{g/L}$. Con las cinéticas (órdenes cero y dos) se determinó que después de 30 días se removi6 en promedio el 91% de cloraminas y el 94% de trihalometanos, donde la vida media de ambos compuestos disminuy6 a 30°C; a 7.6 días en cloraminas y a 0.16 días en trihalometanos (L6pez, 2016).

Mart6nez, H. (2016) En su estudio de investigaci6n; opta por; la posibilidad de combinar sistemas biol6gicos con tecnolog6as avanzadas de oxidaci6n (TAO) para el tratamiento de aguas residuales hace imprescindible valorar la utilidad de la combinaci6n de tales tecnolog6as, ajustando los dise1nos y condiciones de operaci6n. Este proyecto de investigaci6n abord6 la desinfecci6n de agua residual dom6stica con fines de reutilizaci6n, evaluando el potencial de combinaci6n de un proceso fotocatal6tico solar que utiliza per6xido de hidr6geno (UV solar/H₂O₂) con un sistema de humedales construidos de flujo subsuperficial horizontal (HC FSSH), como alternativa para el re6so del agua

residual doméstica para riego. Para ello, se construyó un fotorreactor en tubos de polimetilmetacrilato (PMMA) expuesto a la radiación solar UV, que opera en modo batch, y se evaluó el efecto de la fotólisis y adición de peróxido de hidrógeno, aplicando dosis de 3, 30 y 300 mgL⁻¹ de H₂O₂. La eficiencia de eliminación de coliformes totales y fecales fue evaluada considerando el efecto de radiación ultravioleta, dosis de peróxido de hidrógeno y tratamiento con HC FSSH plantados con *Cyperus ligularis*. Los resultados indicaron que es posible obtener un grado de desinfección de 99.999% de coliformes fecales y totales cuando se acoplan la TAO y el sistema biológico con un tiempo de retención de tres días en el HC FSSH y cinco horas en el fotorreactor.

Pinheiro, A. (2016) Mediante su estudio de investigación sobre el agua residual del proceso productivo de una industria de productos de limpieza y desinfectantes situada en Uberlândia, Estado de Minas Gerais, Brasil, se trató con ozonización convencional en pH 3, 7 y 10, ozonización catalítica homogénea en pH 3 con Fe²⁺, Fe³⁺ y Mn²⁺, además ozonización catalítica heterogénea en pH 10 con carbón activado 1g/L y 2g/L. Los resultados se evaluaron en términos de porcentaje de remoción de los parámetros DQO y color verdadero. El proceso oxidativo por ozonización catalítica homogénea, utilizando O₃/pH3/Fe³⁺, fue más eficiente tanto para la decoloración del agua residual como para la oxidación de la materia orgánica, debido posiblemente a la mejor interacción del catalizador con las sustancias químicas encontradas en

la matriz analizada, ya que, de acuerdo con la literatura sobre el tema, el mecanismo de reacción del proceso de ozonización todavía no está totalmente establecido.

Yauri, L. (2015) El objetivo de su investigación fue remover los contaminantes de las aguas residuales urbanas, específicamente del colector “Agua de las Vírgenes” de El Tambo, Huancayo, variando la densidad de corriente y el tiempo de residencia por el método de electrocoagulación mediante paneles fotovoltaicos, a nivel de laboratorio. Para llevar a cabo el proceso de electrocoagulación se utilizó energía generada mediante los paneles fotovoltaicos con el fin de contribuir a la protección del medio ambiente. Se trató un volumen de 1,8 L de agua residual, utilizando también electrodos de aluminio y fierro con una separación de 1 cm y un área superficial de contacto entre los electrodos y la muestra de 0.08253 m^2 , se determinó una densidad de corriente de 32.72 A/m^2 y un tiempo de tratamiento de 20 minutos, obteniendo a estas condiciones los mayores porcentajes de remoción los cuales fueron: 86.33% de DBO_5 , 78.89% de DQO, 92.94% de turbiedad, 96.32% de aceites y grasas, 50.44% de conductividad eléctrica, 52.91% de sólidos totales, 88.62% de sólidos suspendidos, 86.65% de dureza total, 83.04% de dureza cálcica, 99.92% de coliformes totales y 99.98% de *Escherichia coli*.

Rivadeneira, A. (2015) Realizó el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales en la Planta Procesadora de Lácteos Asociación Unión Libre de la Parroquia 10 de Agosto en la provincia de Pastaza, para que de esta forma se cumpla con la Norma Ambiental del TULSMA para descargas en alcantarillado público, para lograrlo nos basamos en el método experimental con lo cual en primer lugar se caracterizó el agua residual proveniente de las diversas etapas del proceso de la Planta de Lácteos obteniéndose los siguientes parámetros que se encontraban fuera de norma, pH (6.46), la turbidez (1786.75 NTU), sólidos totales (15258 mg/ L), sólidos sedimentables (2091 mg/L), la DBO₅ (9657.47 mg/L), grasas y aceites (2583.8 mg/L) y la DQO (16854 mg/L). En el diseño de ingeniería se determina que la planta de tratamiento constara de los siguientes procesos: un sistema de rejillas manuales dispuestas en un canal que conducirá el agua a tratar a un trampa de grasa con capacidad de 152.74 L para luego llegar a un floculador de hormigón de 5 m³ de y terminar en un tanque de sedimentación de hormigón de 14 m³ , con estas etapas se logró reducir los valores Turbidez en un 98%, Sólidos en un 96%, DBO₅ en un 97%, aceites y grasas en un 97% y DQO en un 98%. Con esto recomendamos a la planta Unión Libre la implementación del sistema de tratamiento de agua residual para ayudar a la conservación del medio ambiente del sector.

Leal, J. (2015) Evaluó el tratamiento de las aguas residuales de una industria procesadora de pescado de la ciudad de Manta (Ecuador), en reactores anaeróbicos discontinuos, y se estableció su adecuación a las normas

ambientales vigentes en materia de vertido. Para ello, se realizaron ensayos de laboratorio en reactores discontinuos de 1 L, con un tiempo de contacto de 24 h y provistos de un lodo anaerobio procedente de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas. Dicho efluente fue diluido con agua destilada en proporciones de 33%, 66% y 100%, correspondientes a las etapas I, II y III, respectivamente. Durante cada etapa se monitorearon los siguientes parámetros, de acuerdo con los métodos estándares: pH, alcalinidad total, DBO_{5,20}, DQO, nitrito, amonio, nitrógeno total Kjeldahl (NTK), ortofostato, sulfato, sólidos suspendidos totales (SST) y sólidos suspendidos volátiles (SSV). Los resultados muestran porcentajes de remoción de materia orgánica, expresados como DBO_{5,20} (37.9±4.1%; 41.8±7.6% y 46.2±3.2%) y DQO (34.7±9.7%; 36.9±9.2% y 43.8±4.1%, para las etapas I, II y III, respectivamente), relativamente bajos como resultado del origen del inóculo usado, así como del contenido relativo de sales en el efluente industrial.

Bedoya, O. (2009) Señala que los procesos aerobios en términos de mayor grado de estabilización de las aguas residuales, bajo crecimiento de biomasa y requerimientos nutricionales, producción de metano y no requerimiento de oxígeno, la digestión anaerobia es una alternativa viable para el tratamiento de las aguas residuales de la industria láctea. En esta investigación se evaluó el rendimiento y capacidad de un reactor anaerobio de lecho de fangos (UASB) para remover la carga de materia orgánica contenida en suero de quesería. El

reactor UASB fue operado con un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 1.3 días y velocidades de carga orgánica entre 1.7 a 18.5 g de DQO/L.d. Los máximos niveles de reducción de la demanda química de oxígeno (DQO) y de sólidos totales volátiles (STV) alcanzados fueron 98% y 97.2% respectivamente, con una velocidad de carga orgánica en el reactor de 9,6 g DQO/L.d, observándose una reducción en la eficiencia de remoción de la DQO hasta niveles de 77% cuando la carga orgánica se llevó a 18.6 g DQO/L.d. La producción máxima de gas metano generado a partir del suero de queso estudiado fue de 0.27 L de CH₄ /g DQO afluente, con un contenido de metano en el biogás de 56%. Con base en los resultados se puede concluir que es recomendable el uso de reactores UASB para el tratamiento anaerobio de sueros de quesería, obteniéndose un efluente de buena calidad para su descarga final.

Cárdenas, F. (2009) Realiza su investigación con el objetivo de conocer los sistemas de tratamiento de residuos industriales líquidos (riles) de la industria láctea, problemas y condicionantes, se realizó un catastro industrial de la situación de éstos. Para ello se efectuaron visitas en terreno a siete plantas de tratamiento pertenecientes a las industrias asociadas al Consorcio Tecnológico de la Leche. Se estableció que todas las industrias utilizan tratamiento primario; cuatro de ellas disponen de un sistema físico – químico (coagulantes, floculantes, equipos de flotación); sin embargo, no todas usan tratamiento secundario, solo cuatro implementaron un sistema biológico (lombrifiltro o lecho sumergido aireado).

2.2. Bases teóricas

Composición de la leche y del lactosuero

La leche es uno de los alimentos más completos que existe en la naturaleza por su alto valor nutritivo. Está compuesta principalmente por agua, materia grasa, proteínas, carbohidratos (lactosa), calcio, minerales y sal. Contiene un 87% de agua por lo que es una mezcla muy compleja y heterogénea en la cual los minerales y los carbohidratos se encuentran disueltos, las proteínas están en forma de suspensión y las grasas como pequeñas partículas insolubles en agua (Valencia & Leticia, 2009).

Aguas residuales industriales

El término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación. Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual (Rivadeneira, 2015).

Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias, siendo recogidas por la red de alcantarillado que las conducirá hacia un destino apropiado; Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua, que provienen de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual (Campoverde, 2019)

Vertidos de las industrias lácteas.

Las aguas residuales de las industrias lácteas, son generalmente, neutras o poco alcalinas, pero tienen tendencia a volverse ácidas muy rápidamente a causa de la fermentación del azúcar de la leche transformándose en ácido lácteo. Las aguas residuales del proceso de la leche contienen muy poco material en suspensión (excepto el cuajo encontrado en las aguas residuales de la fabricación de queso), y sus efectos contaminantes son debidos a la demanda de oxígeno que se impone a la corriente receptora. (Rivadeneira, 2015)

Las aguas tienen un alto contenido en materia orgánica disuelta y por ello tienden a fermentar y tiene un olor fuerte, pero responde muy bien al tratamiento biológico. Cuando hay una amplia variación en el caudal y concentración de materias contaminantes en los vertidos, es conveniente prever un período de homogeneización y retención para hacer a las aguas residuales uniformes antes del tratamiento (Rivadeneira, 2015)

Residuos industriales líquidos en la industria lechera

Los residuos líquidos de una industria procesadora de productos lácteos, y en general de las industrias procesadoras de alimentos, se caracterizan por ser de tipo orgánico y biodegradables, compuestos por leche diluida, con cargas ácidas y/o alcalinas debido al ácido y soda usados en lavado de líneas y estanques. Estas descargas presentan una tendencia a la acidificación y fermentación rápida. Estos afluentes son considerados como aguas residuales complejas, debido a su alto contenido orgánico de varios tipos de compuestos, tales como carbohidratos, proteínas y lípidos. Los carbohidratos son considerados como compuestos fácilmente biodegradables, las proteínas pueden tender a precipitar si el pH es demasiado bajo, haciendo más difícil la biodegradación, mientras que los lípidos son considerados como un problema debido a su acumulación y difícil degradación (Cárdenas, 2009)

Características y composición de las aguas residuales

Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica, apareciendo una interrelación entre muchos de los parámetros que integran dicha composición. A la hora de realizar una adecuada gestión de dichas aguas, se hace imprescindible el disponer de una información lo más detallada posible sobre su naturaleza y características. Las aguas residuales, son un líquido turbio de color gris y cuyo olor no es francamente ofensivo. Se observan sólidos flotantes de gran tamaño (materia fecal, papeles desperdicios de cocina, etc.) y sólidos desintegrados de menor tamaño. Su aspecto turbio es debido a la presencia de sólidos muy pequeños en suspensión coloidal (Yauri, 2015)

Tipos de aguas residuales

En 2025, el consumo de agua destinada a uso industrial alcanzará los 1170 km³ /año, cifra que en 1995 se situaba en 752 Km³ /año. El sector productor no sólo es el que más gasta, sino que es el que más contamina. Más de un 80% de los desechos peligrosos del mundo se producen en los países industrializados, mientras que en las naciones en vías de desarrollo un 70% de los residuos que se generan en las fábricas se vierten al agua sin ningún tipo de tratamiento previo, contaminando así los recursos hídricos disponibles (Yauri, 2015).

Las fuentes generadoras de aguas residuales dependen de su origen de contaminación, y se pueden catalogar en cuatro grandes 50 grupos de acuerdo a su uso: domésticas, industriales, agropecuarias y urbanas. Las cuatro fuentes generan grandes cantidades de aguas residuales; es por ello que son importantes y se debe estudiar de manera inter y multidisciplinariamente, para dar un tratamiento adecuando al recurso contaminado (Yauri, 2015)

- **Domésticas**

Las aguas residuales domésticas son aquellas aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios y generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas.

- **Industriales**

Las aguas residuales industriales son todas aquellas aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial. La contribución de las actividades industriales en la composición de las aguas residuales urbanas depende principalmente del grado de industrialización de la aglomeración urbana y de las características de los vertidos realizados a la red de colectores municipales, los cuales pueden tener

una composición muy variable dependiendo del tipo de industria. Las aguas procedentes de las escorrentías pluviales tendrán mayor o menor grado de representatividad dependiendo principalmente del tipo de red de saneamiento existente, así como de la pluviometría registrada.

- **Agrícolas y ganaderas**

La contaminación de origen agrícola deriva, principalmente, del uso de plaguicidas, pesticidas, biocidas, fertilizantes y abonos, que son arrastrados por el agua de riego, llevando consigo sales compuestas de nitrógeno, fósforo, azufre y trazas de elementos orgánico clorados que pueden llegar al suelo por lixiviado y contaminar las aguas subterráneas. En explotaciones ganaderas, la contaminación procede de los restos orgánicos que caen al suelo y de vertidos con aguas cargadas de materia orgánica, que asimismo pueden también contaminar las aguas subterráneas. Se define como características de un agua, al conjunto de parámetros que caracterizan el agua. En principio, hay muchas características que definen un agua residual, sin embargo, pueden ser unas pocas las que se necesitan para caracterizarla, cuando se conoce su origen o destino. El agua residual en función de la actividad en que se ha utilizado se caracteriza mediante unos pocos parámetros específicos.

- **Urbanas**

Las aguas residuales domésticas o la mezcla de las mismas con aguas residuales industriales y/o aguas de escorrentía pluvial. Todas ellas habitualmente se recogen en un sistema colector y son enviadas mediante un emisario terrestre a una planta. Las industrias que realicen el vertido de sus aguas residuales en esta red colectora, habrán de acondicionar previamente sus aguas (Seoanez, 1999).

Aceites y grasas 52 Las aguas residuales urbanas se caracterizan por su composición física, química y biológica, apareciendo una interrelación entre muchos de los parámetros que integran dicha composición. A la hora de realizar una adecuada gestión de dichas aguas, se hace imprescindible el disponer de una información lo más detallada posible sobre su naturaleza y características. A continuación, se muestran las principales características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales urbanas. (Yauri, 2015)

Los residuos industriales, provienen de los procesos de producción, transformación, fabricación, utilización, consumo o limpieza, propios de una planta elaboradora. Pueden clasificarse de varias formas, según su composición física, densidad, humedad, composición química o valor calorífico, así como por criterios y principios muy variados, acordes con la tecnología disponible,

susceptibilidad de tratamiento, legislación ambiental vigente y/o idiosincrasia del lugar (Cárdenas, 2009)

Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea

El propósito del tratamiento de las aguas residuales es remover los contaminantes que perjudican el ambiente acuático y, en general, a los seres vivos, antes de que lleguen a los suelos, ríos, lagos y posteriormente a los mares. El tratamiento es una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos que se clasifican en: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y terciario. El pretratamiento consiste en separar sólidos gruesos que pueden provocar taponamiento; el tratamiento primario separa las partículas en suspensión que no son retenidas por el pretratamiento; en el tratamiento secundario o biológico se utilizan microorganismos que eliminan materia orgánica disuelta; por último, en el tratamiento terciario se adicionan compuestos químicos para su desinfección (Valencia & Leticia, 2009).

Impacto ambiental y el sistema productivo de las industrias lácteas.

Las industrias lácteas se caracterizan por altos niveles de producción, ofrecen productos como leche, queso, requesón, nata, helados, suero y lactosa. La industria láctea como medida paliativa a su contaminación establece como medida paliativa el tratamiento aeróbico de aguas residuales biológicas, además numerosos centros de producción han realizado grandes inversiones en sistemas

de cienos activos, biorreactores, reactores químicos secuenciales por cargas y tratamiento en paquetes que ayudan a reducir las aguas residuales generadas en los procesos productivos. El “interés” por el agua y la conservación de la energía ha llevado a muchas instalaciones de producción láctea a reducir el consumo de este elemento.

Con la presencia en los centros productivos de cursos de aguas residuales, normalmente de gran potencia, se ha dado lugar al diseño y construcción de numerosos sistemas anaeróbicos de tratamiento de aguas residuales. La fabricación de alimentos por parte de las industrias produce elevadas cantidades de residuos -lácteos- contaminantes. Contienen sustancias con un elevado contenido en aminoácidos y proteínas de alto peso molecular que de manera recurrente no se reciclan convenientemente, dado al elevado costo económico que supone para el empresario. Dentro de la elaboración de productos y el manejo de efluentes estos normalmente emiten un 29% de agua limpia, 25% de fecas y orina, un 46% de agua de lluvia, y otros que se generan de la utilización de productos químicos. Como consecuencia de los principales procesos de la industria láctea se producen residuos contaminantes y aguas residuales. Estas tienden a volverse acidas muy rápidamente a causa de la fermentación del azúcar de la leche que genera ácido láctico. Al crearse grandes cantidades de residuos contaminantes se ocasiona el vertido de efluentes líquidos que contienen un alto nivel de carga orgánica, los efluentes provienen del lavado de la maquinaria utilizada en los distintos procesos de producción, por ello los

principales contaminantes son los productores de derivados lácteos como el queso y la mantequilla (González, 2009).

2.3. Discusión teórica

En la presente investigación se evaluará el cloro residual en el agua residual tratada de la industria láctea en Los Baños del Inca, Cajamarca, 2021. Las aguas residuales se componen básicamente de un 0.1% de sólidos, sean estos disueltos o suspendidos. Se requiere remover del agua el 80% de los sólidos para que pueda ser reutilizada, ya que el agua es el medio de transporte de microorganismos patógenos y agentes tóxicos formados durante el tratamiento de aguas. Por lo que, Rivadeneira, A. (2015) define el término agua residual como un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual.

Coincidiendo con Campoverde, J. (2019) Quien define a las aguas residuales como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades

domésticas, industriales y comunitarias, siendo recogidas por la red de alcantarillado que las conducirá hacia un destino apropiado.

Asimismo, Cárdenas, F. (2009) Señala que los residuos líquidos de una industria procesadora de productos lácteos, y en general de las industrias procesadoras de alimentos, se caracterizan por ser de tipo orgánico y biodegradables, compuestos por leche diluida, con cargas ácidas y/o alcalinas debido al ácido y soda usados en lavado de líneas y estanques. Finalmente, Yauri, L. (2015) Señala que, en el 2025, el consumo de agua destinada a uso industrial alcanzará los 1.170 km³ /año, cifra que en 1995 se situaba en 752 km³ /año. El sector productor no sólo es el que más gasta, sino que es el que más contamina. Más de un 80% de los desechos peligrosos del mundo se producen en los países industrializados, mientras que en las naciones en vías de desarrollo un 70% de los residuos que se generan en las fábricas se vierten al agua sin ningún tipo de tratamiento previo, contaminando así los recursos hídricos disponibles.

2.4. Definición de términos básicos

Cloro residual

El cloro es la sustancia más usada en el mundo como desinfectante para el agua de consumo humano. En 1902 se creó la primera planta de tratamiento de agua

potable que empleaba cloro en el proceso de desinfección del agua. Fue en Middlekerke, Bélgica (OMS, 2003)

El cloro es el agente más utilizado en el mundo como desinfectante en el agua de consumo humano, debido principalmente a:

- Su carácter fuertemente oxidante, responsable de la destrucción de los agentes patógenos (en especial bacterias) y numerosos compuestos causantes de malos sabores.
- Su más que comprobada inocuidad a las concentraciones utilizadas.
- La facilidad de controlar y comprobar unos niveles adecuados. Es fundamental mantener en las redes de distribución pequeñas concentraciones de cloro libre residual, desde las potabilizadoras hasta las acometidas de los consumidores, para asegurar que el agua ha sido convenientemente desinfectada. No obstante, es importante señalar que la ausencia de cloro libre residual no implica la presencia de contaminación microbiológica.
- El cloro residual libre en el agua de consumo humano se encuentra como una combinación de hipoclorito y ácido hipocloroso, en una proporción que varía en función del pH.

Agua residual láctea

El agua es uno de los principales constituyentes en los procesos tanto naturales como industriales. Es un poderoso solvente, y como tal, un vehículo de

transferencia de una amplísima gama de compuestos orgánicos e inorgánicos solubles. A su vez, las propiedades termodinámicas del agua la transforman en un excelente agente térmico para transportar energía calórica de una parte a otra del proceso (Cárdenas, 2009).

2.5. Hipótesis

H₁: El proceso de desinfección del agua residual de la industria láctea en Los Baños del Inca, genera cloro residual.

H₀: El proceso de desinfección del agua residual de la industria láctea en Los Baños del Inca, no genera cloro residual.

CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3. Metodología

3.1. Tipo de investigación

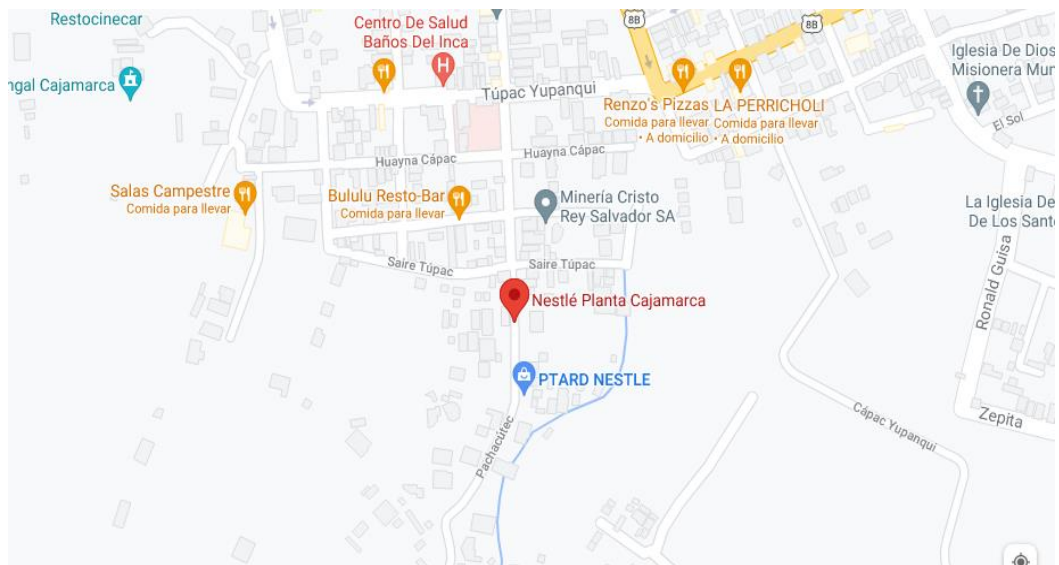
Es una investigación descriptiva, en estos casos el problema científico ha alcanzado cierto nivel de claridad, pero aún se necesita información para poder llegar a establecer caminos que conduzcan al esclarecimiento de relaciones causales. El problema muchas veces es de naturaleza práctica, y su solución transita por el conocimiento de las causas, pero las hipótesis causales sólo pueden partir de la descripción completa y profunda del problema en cuestión.

3.2. Diseño de investigación

El tipo de estudio es longitudinal. Ya que, implica más de dos mediciones a lo largo de un seguimiento; deben ser más de dos oportunidades (Rodríguez, 2004). Además, el siguiente estudio de investigación se realizará en un lapso de tiempo de tres meses. Implicando el seguimiento de la concentración del cloro residual.

3.3. Área de estudio.

En 1946, Nestlé elige a Cajamarca como la zona ideal para el desarrollo de un distrito lechero, instalándose una planta de leche fresca cuya primera capacidad recolectora fue de 1 000 litros diarios. Actualmente Planta Cajamarca puede recolectar hasta 300 000 litros diarios de leche fresca.



Fuente: Elaboración propia

3.4. Unidad de Análisis, universo y muestra

a. Unidad de análisis

Agua residual de una industria láctea en Los Baños del Inca.

b. Universo:

Agua residual de las industrias lácteas Los Baños del Inca, 2021.

c. Muestra:

Volumen agua residual de una industria láctea en Los Baños del Inca que permita determinar el cloro residual.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de observación y registro de datos.

Las actividades que nos permitan realizar lo antes indicado, son las siguientes:

- Medidas de las concentraciones de cloro residual.
- Análisis estadístico de los datos obtenidos.

Las principales técnicas que se utilizará en la investigación son:

- Analizar los datos, por medio de bases de datos (mensual).
- Evaluar la efectividad del pretratamiento en base al cloro.

En el presente estudio de investigación se evaluará “cloro residual en el agua residual de la industria láctea en Baños del Inca, Cajamarca, 2021” Los valores de estos parámetros indicadores de microorganismos, coliformes totales y fecales, se realizó en tres meses consecutivos: Febrero, marzo, abril y mayo de 2021.

3.5.2. Instrumentos

- a. Materiales de laboratorio:**

- Guantes.
- Guardapolvos.
- Mascarillas.
- Probetas.
- Pipetas.
- Vasos de precipitación
- Agua destilada.

b. Equipos de laboratorio:

- Equipo multiparámetro.
- ColorímetroDR300.

c. Materiales de campo

- Mascarillas quirúrgicas
- Guantes quirúrgicos
- Baldes
- GPS Essentials
- Cámara fotográfica
- Libreta de apuntes

3.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Después de obtener los datos para la investigación se desarrollará de forma manual, para luego ser analizados. Y el análisis estadístico de la presente investigación se desarrollará mediante el software estadístico SPSS, con la prueba de t – Student.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Presentación, análisis e interpretación de resultados

La presente investigación evaluó la concentración final de cloro residual en el agua residual tratada una industria láctea en Los Baños del Inca – Cajamarca. Por ende, si arroja concentración de cloro en el resultado final, se deduce que no hay presencia de microorganismos: Coliformes totales y coliformes fecales, mencionados en el D.S. 004-2017 MINAM. Cat.3. Se realizó mediante la toma de muestras durante los meses: febrero, marzo, abril y mayo del año 2021, es pertinente mencionar que la concentración de Cl es de 20000mg/L en el proceso de desinfección.

Tabla 1. *Concentración de cloro en el agua residual durante el mes de febrero en la industria láctea-Baños del Inca, Cajamarca, 2021.*

FECHA DE MUESTREO	RESULTADOS – Cl (ppm)
1-Feb	0.76
2-Feb	0.58
3-Feb	0.77
4-Feb	0.45
5-Feb	0.8
6-Feb	0.76
7-Feb	0.59
8-Feb	0.68
9-Feb	0.58
10-Feb	0.61
11-Feb	0.53
12-Feb	0.91
13-Feb	0.83
14-Feb	0.57
15-Feb	0.62

16-Feb	0.88
17-Feb	0.86
18-Feb	0.91
19-Feb	0.82
20-Feb	0.96
21-Feb	0.9
22-Feb	0.78
23-Feb	0.86
24-Feb	0.88
25-Feb	0.81
26-Feb	0.7
27-Feb	0.6
28-Feb	0.65

Para facilitar la interpretación de los valores de Cloro en el agua residual de la industria láctea. Según la Tabla 1. La toma de muestra del agua residual de una industria láctea en Los Baños del Inca – Cajamarca, se realizó todos los días, durante el mes de febrero de 2021. Arrojando una concentración promedio de 0.74 ppm. Lo que indica que no hay presencia de microorganismos.

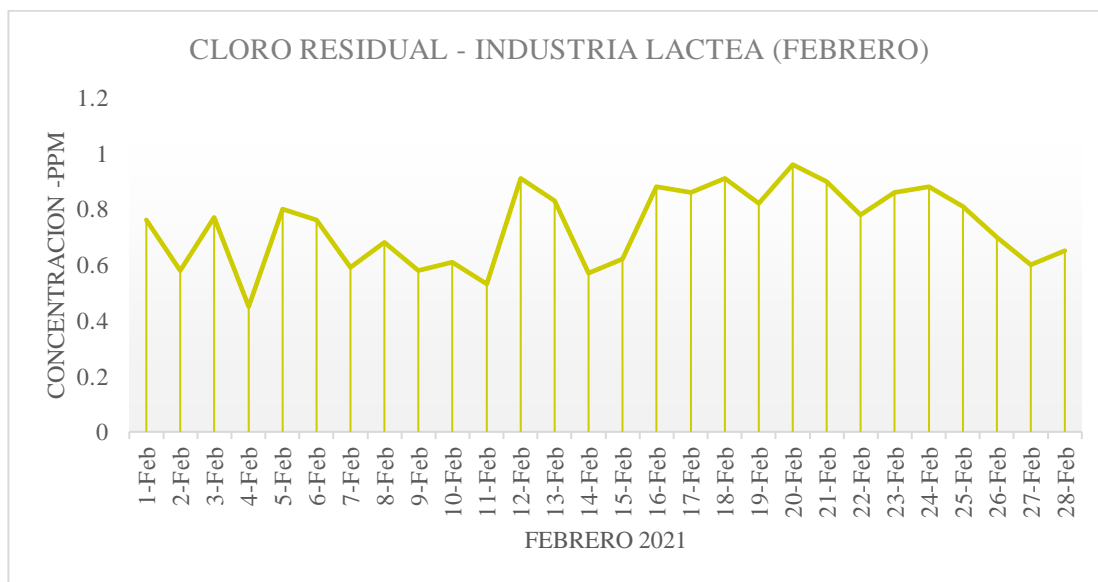


Figura 1. Resultados de cloro en el agua residual durante el mes de febrero en la industria láctea-Baños del Inca, Cajamarca, 2021.

La concentración de cloro del agua residual de la industria láctea de Baños del Inca - Cajamarca se detalla en la tabla 1 y figura 1, según los datos arrojados las concentraciones de cloro se mantienen en concentraciones mínimas durante el mes de febrero; lo que indica, que no hay presencia de microorganismos.

Tabla 2. Concentración de cloro en el agua residual durante el mes de marzo en la industria láctea- Baños del Inca, Cajamarca, 2021.

FECHA DE MUESTREO	RESULTADOS - Cl (ppm)
1-Mar	0.88
2-Mar	0.7
3-Mar	0.65
4-Mar	0.7
5-Mar	0.79
6-Mar	0.72
7-Mar	0.76
8-Mar	0.62
9-Mar	0.56
10-Mar	0.73
11-Mar	0.68
12-Mar	0.6
13-Mar	0.76
14-Mar	0.69
15-Mar	0.62
16-Mar	0.9
17-Mar	0.84
18-Mar	0.83
19-Mar	0.68
20-Mar	0.89
21-Mar	0.78
22-Mar	0.79
23-Mar	0.91
24-Mar	0.84
25-Mar	0.79
26-Mar	0.8
27-Mar	0.96
28-Mar	0.86

29-Mar	0.85
30-Mar	0.72
31-Mar	0.7

Para facilitar la interpretación de los valores de Cloro en el agua residual tratada de una industria láctea. Según la Tabla 2. La toma de muestra del agua residual tratada de una industria láctea en Los Baños del Inca – Cajamarca, se realizó todos los días, durante el mes de marzo de 2021. Arrojando una concentración promedio de 0.76 ppm. Lo que indica que no hay presencia de microorganismos.

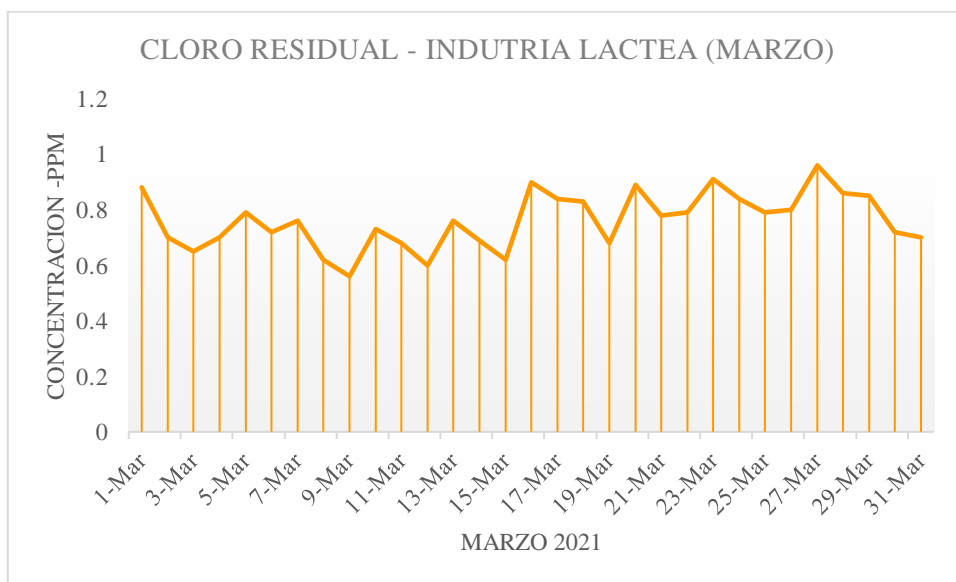


Figura 2. Resultados de cloro en el agua residual durante el mes de marzo en la industria láctea- Baños del Inca, Cajamarca, 2021.

La concentración de cloro en el agua residual tratada de una industria láctea en Los Baños del Inca - Cajamarca se detalla en la tabla 2 y figura 2, según los datos arrojados

las concentraciones de cloro se mantienen en concentraciones mínimas durante el mes de marzo; lo que indica, que no hay presencia de microorganismos.

Tabla 3. Concentración de cloro en el agua residual durante el mes de abril en la industria láctea-Baños del Inca, Cajamarca, 2021.

FECHA DE MUESTREO	RESULTADOS – Cl (ppm)
1-Abr	0.6
2-Abr	0.86
3-Abr	0.63
4-Abr	0.72
5-Abr	0.8
6-Abr	0.6
7-Abr	0.68
8-Abr	0.7
9-Abr	0.78
10-Abr	0.86
11-Abr	0.78
12-Abr	0.6
13-Abr	0.85
14-Abr	0.91
15-Abr	0.86
16-Abr	0.81
17-Abr	0.89
18-Abr	0.92
19-Abr	0.87
20-Abr	0.91
21-Abr	0.96
22-Abr	0.89
23-Abr	0.71
24-Abr	0.8
25-Abr	0.76
26-Abr	0.85
27-Abr	0.7
28-Abr	0.78
29-Abr	0.77
30-Abr	0.84

Para facilitar la interpretación de los valores de Cloro en el agua residual tratada en la industria láctea. Según la Tabla 3. La toma de muestra del agua residual tratada en una industria láctea en Los Baños del Inca – Cajamarca, se realizó todos los días, durante el mes de abril de 2021. Arrojando una concentración promedio de 0.79 ppm. Lo que indica que no hay presencia de microorganismos.

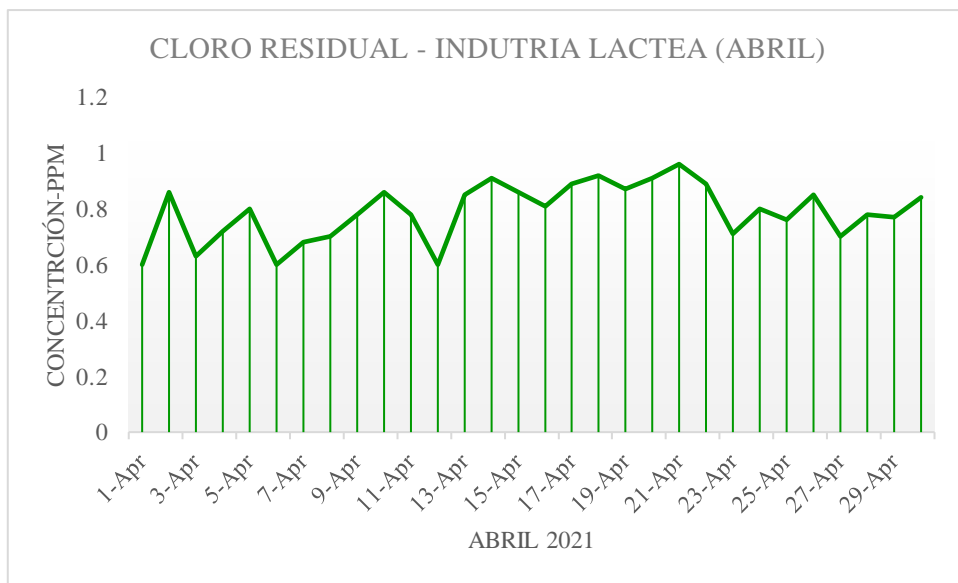


Figura 3. Resultados de cloro en el agua residual durante el mes de abril en la industria láctea- Baños del Inca, Cajamarca, 2021.

La concentración de cloro en el agua residual de una industria láctea en Los Baños del Inca – Cajamarca, se detalla en la tabla 3 y figura 3, según los datos arrojados las concentraciones de cloro se mantienen en concentraciones mínimas durante el mes de abril; lo que indica, que no hay presencia de microorganismos.

Tabla 4. Concentración de cloro en el agua residual durante el mes de mayo en la industria láctea- Baños del Inca, Cajamarca, 2021.

FECHA DE MUESTREO	RESULTADOS - Cl (ppm)
1-May	0.77
2-May	0.75
3-May	0.82
4-May	0.62
5-May	0.58
6-May	0.72
7-May	0.85
8-May	0.82
9-May	0.62
10-May	0.65
11-May	0.88
12-May	0.88
13-May	0.78
14-May	0.72
15-May	0.81
16-May	0.82
17-May	0.7

Para facilitar la interpretación de los valores de Cloro en el agua residual tratada en una industria láctea. Según la Tabla 4. La toma de muestra del agua residual tratada en una industria láctea en Los Baños del Inca – Cajamarca, se realizó todos los días, durante el mes de mayo de 2021. Arrojando una concentración promedio de 0.75 ppm. Lo que indica que no hay presencia de microorganismos.

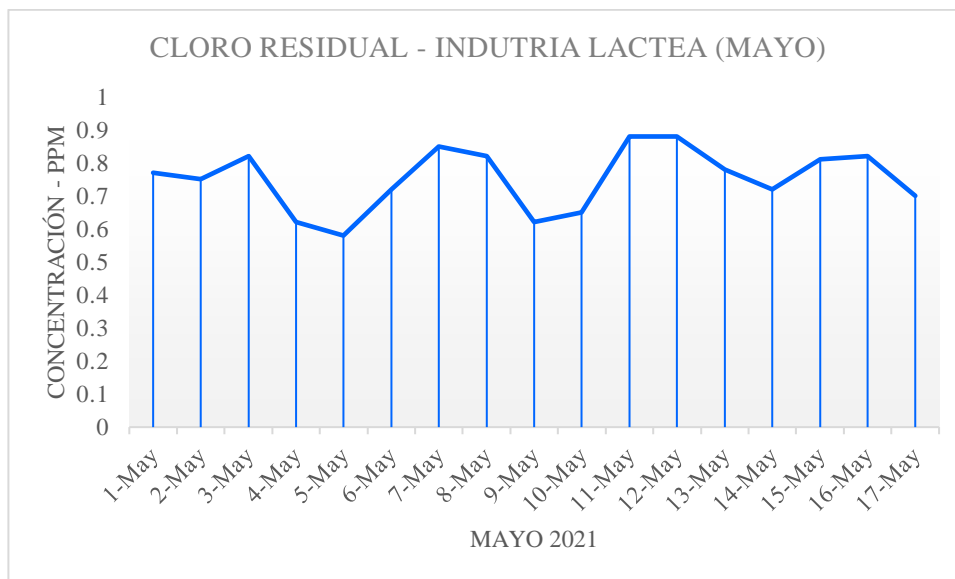


Figura 4. Resultados de cloro en el agua residual durante el mes de mayo en la industria láctea- Baños del Inca, Cajamarca, 2021.

La concentración de cloro del agua residual tratada de una industria láctea en Los Baños del Inca - Cajamarca se detalla en la tabla 4 y figura 4, según los datos arrojados las concentraciones de cloro se mantienen en concentraciones mínimas durante el mes de mayo; lo que indica, que no hay presencia de microorganismos.

4.1. Discusión

Las concentraciones de cloro determinadas en el agua residual tratada de una industria láctea en Los Baños del Inca – Cajamarca, son mínimas lo que garantiza la ausencia de microorganismos como coliformes fecales y termotolerantes, todo esto porque el proceso de desinfección con cloro es un procedimiento final de tratamiento de agua residual lo que favorece la desinfección en general; lo que se condice con Flores, R. (2018) quien

menciona que el agua del efluente secundario de la planta de tratamiento de agua residual Totorá de Ayacucho desinfectada con cloro, realizando dos operaciones de tratamiento antes de la desinfección ultravioleta, una de filtración y otra de adsorción, mejoró notablemente la eficiencia de la desinfección y reducción de microorganismos patógenos (949 NMP/100 mL), frente al proceso de desinfección sin operaciones previas como las antes mencionadas.

Las concentraciones de cloro encontradas en el agua residual tratada de una industria láctea en Los Baños del Inca – Cajamarca, es un indicador de que el proceso de desinfección es eficiente, sin embargo, existe el riesgo de formación de cloraminas y trihalometanos, lo que se condice con lo indicado con López, M. (2016) quien evaluó la formación de cloraminas y trihalometanos (THM), sustancias consideradas cancerígenas generadas en los procesos de desinfección de agua residual; encontró que las eficiencias de remoción de la PTAR-ote fueron menores que en la PTAR-sur, además de una cloración deficiente. En ambas plantas se formaron cloraminas de 439 a 470 $\mu\text{g/L}$ y trihalometanos de 96 a 122 $\mu\text{g/L}$.

El problema potencial planteado antes mencionado puede ser superado con lo propuesto por Martínez, H. (2016) quien en su estudio de investigación; opta por; la posibilidad de combinar sistemas biológicos con tecnologías avanzadas de oxidación (TAO) para el tratamiento de aguas residuales. Este proyecto de

investigación abordó la desinfección de agua residual doméstica con fines de reutilización, evaluando el potencial de combinación de un proceso fotocatalítico solar que utiliza peróxido de hidrógeno (UV solar/H₂O₂) con un sistema de humedales construidos de flujo subsuperficial horizontal (HC FSSH), como alternativa para el reúso del agua residual doméstica para riego. La eficiencia de eliminación de coliformes totales y fecales fue evaluada considerando el efecto de radiación ultravioleta, dosis de peróxido de hidrógeno y tratamiento con HC FSSH plantados con *Cyperus ligularis*. Los resultados indicaron que es posible obtener un grado de desinfección de 99.999% de coliformes fecales y totales cuando se acoplan la TAO y el sistema biológico con un tiempo de retención de tres días en el HC FSSH y cinco horas en el fotorreactor.

Ademas Yauri, L. (2015) cuyo objetivo de su investigación fue remover los contaminantes de las aguas residuales urbanas, específicamente del colector “Agua de las Vírgenes” de El Tambo, Huancayo, variando la densidad de corriente y el tiempo de residencia por el método de electrocoagulación mediante paneles fotovoltaicos, a nivel de laboratorio, obteniendo remoción de los siguientes parámetros: 86.33% de DBO₅, 78.89% de DQO, 92.94% de turbiedad, 96.32% de aceites y grasas, 50.44% de conductividad eléctrica, 52.91% de sólidos totales, 88.62% de sólidos suspendidos, 86.65% de dureza total, 83.04% de dureza cálcica, 99.92% de coliformes totales y 99.98% de *Escherichia coli*. Lo que sugiere una alternativa de desinfección en el proceso

de tratamiento de aguas residuales y evitar la formación de cloraminas y trihalometanos con el uso del cloro.

4.2. Proceso de prueba de hipótesis

Una vez recogido los datos para la investigación, éstos fueron almacenados en las hojas de cálculo en la plataforma del software estadístico SPSS. El estudio estadístico ha consistido en el cálculo de media, desviación estándar, desviación error estándar, grado de significancia. Los resultados se analizaron estadísticamente por prueba de muestras relacionadas de t – Student, con un grado de significancia $\alpha=0,05$. El resultado para (t) es menor al grado de significancia, lo cual permitió rechazar en el estudio de la hipótesis nula.

Tabla 5. Estadísticas de la muestra emparejada del cloro residual en la industria láctea de Baños del Inca, Cajamarca, 2021.

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	FEB	0,74	28	8,226	1,555
	CL	20000	28	26,98469	5,09963
Par 2	MARZO	0,76	31	9,092	1,633
	CL1	20000	31	29,32411	5,26677
Par 3	ABRIL	0,79	30	8,803	1,607
	CL2	20000	30	33,19294	6,06017
Par 4	MAYO	0,75	17	5,050	1,225
	CL3	20000	17	19,03654	4,61704

Tabla 6. Prueba T para el grado de significancia del parámetro de cloro residual en la industria láctea de Baños del Inca, Cajamarca, 2021.

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig.
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				promedio	Inferior	Superior			
Par 1	FEB - CL0	0,74	26,98469	5,09963	-73,57071	-52,64357	-12,375	27	,000
Par 2	MARZO - CL1	0,76	29,32411	5,26677	-72,11101	-50,59867	-11,649	30	,000
Par 3	ABRIL - CL2	0,79	33,19294	6,06017	-73,96111	-49,17222	-10,159	29	,000
Par 4	MAYO - CL3	0,75	19,03654	4,61704	-77,31710	-57,74173	-14,626	16	,000

- **H₀**: $t > 0,05$ El proceso de desinfección del agua residual de una industria láctea en Los Baños del Inca, no genera cloro residual
- **H₁**: $t \leq 0,05$ El proceso de desinfección del agua residual de una industria láctea en Los Baños del Inca, si genera cloro residual

t = Presenta valores superiores al grado de significancia por cada parámetro (0.00, 0.00, 0.00, 0.00) Por lo tanto, el proceso de desinfección del agua residual de la industria láctea en Los Baños del Inca, si genera cloro residual

La descripción de la prueba de hipótesis de la presente investigación se desarrolló con la prueba estadística de t de *Student*. Después de aplicar la correspondiente prueba de hipótesis, en la significancia bilateral (t) se obtuvo un valor de (0.00, 0.00, 0.00, 0.00), valores que muestran la aceptación de la hipótesis de investigación; estos valores son menores al parámetro 0,05 al 95%

de confianza. Por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula “El proceso de desinfección del agua residual de la industria láctea en Los Baños del Inca, no genera cloro residual.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Se determinó la concentración de cloro residual en el agua residual tratada de la industria láctea en Los Baños del Inca, Cajamarca, 2021, arrojando resultados en cantidades mínimas, lo que indica que el agua está libre de coliformes termotolerantes y fecales.

Se realizó la medición de la concentración de cloro, antes del proceso de desinfección del agua residual de la industria láctea en Los Baños del Inca, Cajamarca, 2021. Por lo que se arrojaron concentraciones moderadas de cloro residual.

Se realizó la medición de la concentración de cloro, después del proceso de desinfección del agua residual de la industria láctea en Los Baños del Inca, Cajamarca, 2021. Arrojando los siguientes promedios 0.74, 0.76, 0.79 y 0.75 ppm para los meses de febrero, marzo, abril y mayo respectivamente.

5.2. Recomendaciones

Optimizar el proceso de cloración para minimizar el gasto en cloro y contar con una cloración constante.

Realizar campañas de sensibilización y formación medioambiental para operarios. Editar material divulgativo y distribuirlo entre todas las empresas de este sector de industria láctea.

Realizar un seguimiento del agua tratada desinfectada para conocer si los subproductos de la cloración son arrastrados a los campos de cultivo y que efectos pueden ocasionar en el suelo.

Actualizar la tecnología empleada en el pretratamiento con el fin de remover la mayor cantidad de sólidos y así evitar una sobre cloración.

Modificar el objetivo de las plantas de acuerdo al uso del agua tratada con la finalidad de evitar problemas de eutrofización en los ríos y la sobre cloración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2016). *Protocolo Nacional de monitoreo de aguas superficiales*.
- Araujo, I. (2006). Remoción de nutrientes en un reactor discontinuo secuencial . *Dialnet*.
- Cereceda, R. (2020). Coronavirus: cuando el mundo se para, el planeta respira. *Euronews*, 4.
- Contreras, B. E., & Olarte., S. B. (2016). *Estudio Físico-Químico y Bacteriológico, de la Quebrada Zaragoza, Ciudad de Nauta - Loreto. Iuitos - Perú*.
- Denicia, E., & Castillo, L. (2009). La industria de la leche y la contaminación del agua. *Redalyc*, 6.
- Envitech, C. (S.F). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA LÁCTEA* . España
- Barcelona.
- Envitech, C. (s/f).
- Ferrer, S. (2018). Eficiencia de un reactor biológico secuencial en el tratamiento de efluentes de una planta procesadora de productos cárnicos. *Revista facultad de ciencia basicas - Universidad de Zulia*.
- FLOWEN. (2021). Tratamiento de agua residuales de la industria láctea.
- Freire, E. S. (2015). *Caracterización de los parámetros de calidad del agua para disminuir la contaminación durante el procesamiento de lácteos*. Ecuador.
- González, A. L. (2009). LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE LAS INDUSTRIAS LÁCTEAS. *REDALYC*, 17.

- Herrera, O., & Corpas, E. (2012). *REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL LÁCTEA UTILIZANDO MICROORGANISMOS BENÉFICOS*. Universidad Católica de Manizales. Manizales – Colombia.
- Lancheros, O. (2010). ANALISIS SOBRE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS, PRODUCTO DE LAS PEQUEÑAS EMPRESAS LACTEOS DEL MUNICIPIO DE UBATÉ. *Dialnet*.
- Lobo, M. C. (2009). *Proyecto manejo eficiente de RILES en la industria lactea*. Plataforma Gestión Ambiental y Comunidad - Universidad Australde Chile.
- López, M. (2016). *USO DEL CLORO EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS: DESINFECCIÓN Y FORMACIÓN DE SUBPRODUCTOS*. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINARIO PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD DURANGO.
- Maschasilla, A. R. (2015). *DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PLANTA PROCESADORA DE LÁCTEOS ASOCIACIÓN UNIÓN LIBRE*. Ecuador.
- Méndez, G., Sánchez, C., & Muyo, J. (s/f). Red de Tratamiento y reciclaje de aguas industriales mediante soluciones sostenibles fundamentadas en procesos biológicos. (TRITÓN-316RT0506). *CYTED*.
- Miranda, G. (2017). “*EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN DE EFLUENTES GENERADOS POR LA EMPRESA DE LÁCTEOS “MARLEN” UBICADA EN EL CANTÓN TISALEO PROVINCIA DE TUNGURAHUA*”. AMBATO – ECUADOR.
- Rivadeneira, Á. (2015). *DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PLANTA PROCESADORA DE LÁCTEOS ASOCIACIÓN UNIÓN LIBRE*. RIOBAMBA – ECUADOR.

Valencia, E., & Leticia, M. (2009). Industria de la leche y la contaminacion de agua. *REDALYC*, 6.